

Analisa Kualitas Perairan di Estuari Pangeranan, Bangkalan, Madura dengan Menggunakan Metode Indeks Pencemaran dan Storet

Analysis of Water Quality in Pangeranan Estuari, Bangkalan, Madura Using the Pollution Index and Storet Methods

Annisa Arrayanul Jannah¹, Mertiara Ratih Terry Laksani^{2*}, Muhammad Zainuri³, Akhmad Farid⁴ 

¹Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura, Madura, Jawa Timur, Indonesia

^{2*}Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura, Madura, Jawa Timur, Indonesia

³Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura, Madura, Jawa Timur, Indonesia

⁴Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura, Madura, Jawa Timur, Indonesia

Article Info

Received: 2025-07-25

Revised: 2025-09-05

Accepted: 2025-09-09

Online: 2025-09-29

Koresponding: Mertiara Ratih Terry Laksani, Departemen Kelautan dan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura, Madura, Jawa Timur, Indonesia

E-mail:
Mertiara.laksani@trunojoyo.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan muara secara ekstensif membuatnya rentan digunakan sebagai tempat pembuangan limbah aktivitas manusia. Penumpukan sampah yang terus-menerus di muara dapat menimbulkan pencemaran air dan penurunan kualitas air. Perairan Pangeranan merupakan salah satu perairan muara di Kabupaten Bangkalan, Jawa Timur yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air muara Sungai Pangeran Bangkalan Madura dengan menggunakan dua metode yang berbeda. Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2024 dengan mengumpulkan data *in-situ* dan *ex-situ* pada saat air surut dan air pasang. Hasil pengukuran kualitas air kemudian dianalisis untuk menentukan statusnya dengan menggunakan dua metode, yaitu Indeks Pencemaran dan Storet. Dari analisis tersebut, diperoleh status kualitas air Indeks Pencemaran (IP) sebagai berikut: pada saat surut, menunjukkan tingkat pencemaran sedang, sementara saat pasang perbani dan pasang tertinggi, statusnya menunjukkan pencemaran berat. Hasil analisis menggunakan metode Storet menunjukkan rata-rata skor parameter fisika pada stasiun 1 hingga 5 adalah -9, yang berada dalam kategori tercemar ringan. Sementara itu, untuk parameter kimia, skor rata-rata yang diperoleh adalah -60, yang tergolong dalam kategori tercemar berat.

Kata kunci: Indeks pencemaran, kualitas air, Pangeranan, pasang dan surut, storet

Abstract

The extensive use of estuaries makes them vulnerable to being used as dumping sites for waste from human activities. Continuous accumulation of rubbish in estuaries can cause water pollution and decrease water quality. Pangeranan Waters is one of the estuari waters in Bangkalan Regency, East Java which is widely used by the community. Therefore, the aim of this research is to determine the water quality of the Pangeran Bangkalan Madura River estuari using two different methods. This research was conducted in November 2024 by collecting in-situ and ex-situ data at low and high tide. The results of water quality measurements are then analyzed to determine its status using two methods, namely Pollution Index and Storet. From this analysis, the water quality status was Pollution Index obtained as follows: at low tide, it shows a moderate level of pollution, while at high tide and highest tide, the status shows heavy pollution. The results of analysis using the Storet method show that the average physical parameter skor stations 1 to 5 is -9, which is in the lightly polluted category. Meanwhile, for chemical parameters, the average skor obtained was -60, which is classified as heavily polluted.

Keywords: Pollution Index, Water quality, Pangeranan, low and high tide, Storet

1. Pendahuluan

Kawasan estuari dikatakan sebagai daerah perairan pesisir yang sebagian tertutup, dimana terdapat pertemuan antara air tawar dan air laut yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Estuari merupakan ekosistem yang berperan dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan mendukung kehidupan dari berbagai spesies (van Niekerk *et al.*, 2020). Estuari banyak dimanfaatkan oleh manusia sebagai tempat bermukim, penangkapan dan budidaya perikanan, jalur transportasi, tempat pelabuhan dan kawasan industri sehingga tidak menutup kemungkinan kawasan ini rentan terhadap adanya pencemaran. Perairan Pangeranan merupakan salah satu kawasan estuari di Kabupaten Bangkalan, Jawa Timur, yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat setempat. Kawasan estuari tidak hanya digunakan untuk perbaikan kapal, tetapi juga sebagai tempat bersandarnya kapal nelayan dan pembuangan air dari selokan pemukiman. Aktivitas ini menimbulkan potensi terjadi pencemaran di area tersebut (Udatama *et al.*, 2023). Perubahan penggunaan lahan menjadi lahan pertanian, pemukiman dan penggunaan lain berpotensi menyumbang limpasan limbah baik limbah residu pertanian maupun limbah domestik perairan (Irawan *et al.*, 2025). Prasetyo and Pratiwi (2021) juga menyebutkan bahwa pencemaran lingkungan menjadi masalah yang selalu

dihadapi oleh masyarakat di lingkungan tertentu. Pencemaran perairan dapat dilihat secara fisik maupun dengan pemantauan kualitas air. Kondisi perairan di estuari Pangeranan, Bangkalan, Madura, menunjukkan perhatian yang serius. Banyak ditemukan selokan dari rumah-rumah warga yang langsung membuang limbah ke perairan. Di muara, sampah plastik juga terlihat terjebak di pinggiran sungai. Selain itu, ada pula sisa tangkapan, seperti cangkang kerang, yang berserakan di tepian sungai.

Pemantauan kualitas air dilakukan untuk menilai tingkat pencemaran atau kondisi baik dari suatu badan air dalam jangka waktu tertentu, dengan membandingkannya terhadap baku mutu air yang telah ditetapkan. Hal ini memungkinkan kita untuk menentukan apakah air tersebut memenuhi standar sesuai penggunaannya, atau tergolong tercemar dengan tingkat pencemaran yang dapat diklasifikasikan sebagai ringan, sedang, atau berat (Tias and Farid, 2020). Status mutu air selama ini ditetapkan melalui dua metode yang dicantumkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, yaitu metode Storet dan metode Indeks Pencemaran yang dikembangkan oleh Nemerow and Sumitomo (KemenLHK, 2016). Aktivitas manusia yang intens di sekitar kawasan estuari dapat berkontribusi pada peningkatan pencemaran air, ditemukan

pembuangan limbah dari aktivitas industri dan rumah tangga ke perairan dapat menyebabkan akumulasi bahan pencemar yang berdampak pada kualitas ekosistem (Irawan *et al.*, 2025).

Penentuan Indeks Pencemaran (IP) diperoleh dari nilai maksimum dan nilai rata-rata rasio konsentrasi per parameter terhadap nilai baku mutu. Jubaedah *et al.* (2015) menyebutkan, metode IP adalah cara cepat dan mudah untuk mengetahui kualitas air. Metode ini hanya membutuhkan beberapa data parameter air, bahkan dari satu kali pengambilan sampel, sehingga kontaminasi bisa langsung terdeteksi. Mukamto *et al.* (2024) juga menyebutkan bahwa metode ini menggunakan data tunggal pada suatu titik pengukuran, sehingga hasil analisis menggambarkan kondisi suatu perairan pada waktu pengujian atau penelitian bukan penggambaran kondisi perairan dalam suatu periode tertentu.

Metode yang berbasis indeks yaitu metode IP didasarkan pada dua indeks kualitas. Pertama adalah indeks rata-rata (IR) yang menunjukkan tingkat pencemaran rata-rata dari seluruh parameter dalam satu kali pengamatan. Kedua adalah indeks maksimum (IM) yang menunjukkan satu jenis parameter yang dominan menyebabkan penurunan kualitas air pada satu kali pengamatan (Marganingrum *et al.*, 2013). Menurut Manaf *et al.* (2022), pengelolaan kualitas air yang menggunakan Indeks Pencemaran (IP) membantu para pengambil keputusan mengevaluasi kelayakan suatu badan air sesuai peruntukannya, sehingga dapat segera mengambil tindakan perbaikan jika ada penurunan kualitas air akibat polusi. Pencemaran air hingga mencapai batas tertentu mengakibatkan lingkungan perairan tidak lagi memenuhi baku mutu dan fungsi yang seharusnya. Sampah plastik yang terakumulasi di perairan pesisir dan laut menyebabkan penurunan kualitas air dengan mengubah komposisi kimia dan fisiknya, seperti penurunan kadar oksigen terlarut dan perubahan pH air laut. Kondisi ini merugikan organisme laut yang sangat bergantung pada kualitas air yang baik dan mengancam kelangsungan hidup berbagai spesies

serta keseimbangan ekosistem laut (Irawan *et al.*, 2025).

Metode Storet juga menjadi metode yang sering diterapkan, Storet sendiri merupakan kependekan dari *Storage* dan *Retrieval*. Metode Storet menggunakan sistem nilai dari US-EPA (*Environmental Protection Agency*) dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas (Purnamasari, 2017). Penentuan status mutu air dengan menggunakan metode Storet dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: a) membandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan kelas air, b) jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu (hasil pengukuran < baku mutu) maka diberi skor 0, c) jika hasil pengukuran tidak memenuhi baku mutu air (hasil pengukuran > baku mutu) maka diberi skor. Penentuan kualitas air dinilai berdasarkan ketentuan sistem Storet yang dikeluarkan oleh EPA yang mengklasifikasikan mutu air ke dalam empat kelas (Masykur *et al.*, 2018).

Metode Storet memiliki kelebihan yaitu status kualitas air dihitung menggunakan persamaan tertentu pada beberapa waktu pengambilan sampel, sehingga hasil metode ini tidak hanya menggambarkan hasil kualitas air dengan efek jangka pendek, ada pula data kualitas air dengan implikasi jangka Panjang. Hayati *et al.* (2024) juga menyebutkan, salah satu keunggulan metode IP adalah mampu menentukan status mutu air hanya berdasarkan satu kali pengambilan sampel atau menggunakan satu rangkaian data, sehingga informasi yang diperoleh berupa data tunggal. Penggunaan dua metode ini karena menggunakan prinsip perbandingan antara data kualitas air di lapang dengan baku mutu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas perairan estuari di Pangeranan Bangkalan Madura dengan dua metode yang berbeda

2. Material dan Metode

Material

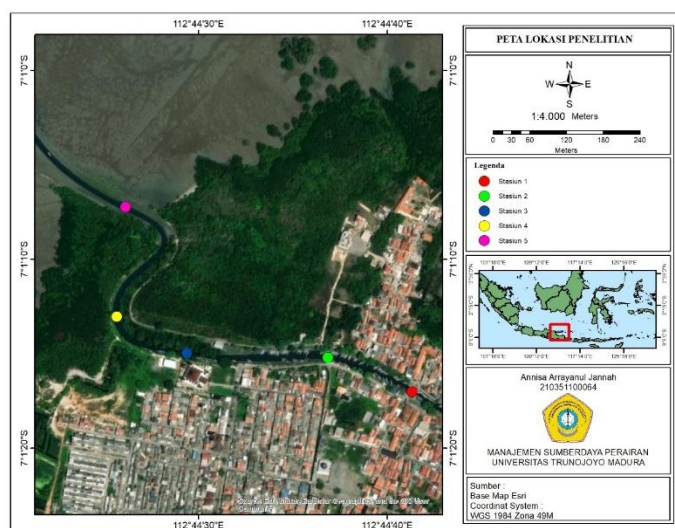
Penelitian dilaksanakan di wilayah

perairan estuari Pangeranan, Bangkalan, Madura. Alat DO meter digunakan untuk mengukur kadar oksigen terlarut dalam air serta suhu di perairan yang mengacu pada Salmin (2007), Secchi disk digunakan untuk mengukur kekeruhan dan penetrasi cahaya di kolom air. Refraktometer digunakan untuk mengukur salinitas air dengan memanfaatkan prinsip pembiasan cahaya, pH meter digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Alat untuk pengambilan sampel kualitas air botol 250 ml untuk menampung sampel air, spidol untuk memberi label pada botol sampel, meteran untuk mengukur tali dari Secchi disk.

Tahap Observasi Lapangan

Titik koordinat lokasi sampling disajikan pada Gambar 1 dengan lima titik pengambilan sampel. Pengambilan

sampel berdasarkan kondisi pasang tertinggi, pasang perbani dan surut terendah yang terdiri dari data primer yang meliputi data kualitas air. Penentuan titik pengambilan sampel berdasarkan survei lokasi sebelum dilakukan sampling. Penelitian dilaksanakan pada tanggal 11 November 2024 jam 04.00-16.00 WIB untuk mengumpulkan data pasang perbani, Selanjutnya tanggal 19 November 2024 jam 08.30-11.00 WIB untuk mengumpulkan data surut terendah dan jam 20.00-23.00 WIB untuk mengumpulkan data pasang tertinggi. Penentuan waktu pengambilan sampel dilakukan dengan bantuan aplikasi *Fishing Point* dan Pasang Laut sebagai penggunaan teknologi yang relevan untuk menentukan waktu pengambilan sampel yang optimal, yang penting dalam penelitian kualitas air di daerah estuari yang dipengaruhi pasang surut.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.
(Data Primer, 2024)

Stasiun 1: dekat pemukiman penduduk dan daerah persandaran kapal nelayan, Stasiun 2: berada di dekat saluran pembuangan dan area pasar, Stasiun 3: di antara pembuangan atau selokan dari rumah penduduk dan hutan magrove, Stasiun 4: di tikungan menuju muara diantara hutan magrove, dan Stasiun 5: di mulut muara dekat gerbang keluar masuk kapal nelayan.

Prosedur Kerja Pengambilan dan Pengujian Sampel

Penelitian dilakukan dua tahap yaitu pengambilan sampel lapang dan pengamatan labolatorium. Pengukuran kualitas air secara *in situ* di lapang meliputi suhu, salinitas, pH, DO, dan kekeruhan. Pengamatan secara *ex situ* dilaksanakan di Laboratorium Universitas Trunojoyo Madura meliputi analisa BOD,

fosfat, nitrat dan TSS. Penentuan stasiun dilakukan dengan teknik *purposive sampling*, yaitu penentuan untuk memilih sampel sesuai dengan kriteria tertentu. Pengambilan sampel dilakukan di lima stasiun, dengan masing-masing stasiun tiga kali pengambilan. Proses pengambilan sampel dilakukan di setiap stasiun dari bagian tepi, tengah, dan tepi bertujuan untuk mendapatkan gambaran kondisi perairan secara menyeluruh karena adanya pengaruh perbedaan pengadukan di daerah tepi dan tengah kawasan perairan yang mengacu pada SNI 8995:2021. Pengambilan sampel dengan metode ini digunakan untuk membantu mengurangi kesalahan, meningkatkan keakuratan dan presisi pengukuran di setiap stasiun pada saat pasang tertinggi, pasang perbani, dan surut terendah.

Parameter Penelitian

Parameter yang diamati adalah fisik dan kimia pada estuari Pangeranan

Bangkalan. Parameter fisika dan kimia sangat penting untuk menilai kualitas air dan tingkat pencemaran karena dapat menggambarkan kondisi yang menentukan kelangsungan hidup organisme dan kesehatan ekosistem perairan (Masykur *et al.*, 2018). Parameter fisika diantaranya suhu, salinitas, pH, DO, dan kecerahan dan ketinggian. Parameter kimia diantaranya nitrat, fosfat, BOD, dan TSS.

Analisis Data

Analisis data menggunakan metode Indeks Pencemaran dan Storet pada estuari Pangeranan Bangkalan Madura. IP digunakan untuk menilai tingkat pencemaran air dengan membandingkan konsentrasi parameter pencemar pada sampel air dengan baku mutu yang telah ditetapkan. Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) dilakukan sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Status Mutu Air, dengan rumus:

$$P_{ij} = \frac{\left(\frac{C_{ix}}{L_{ij}}\right)^M + \left(\frac{C_{ix}}{L_{ij}}\right)}{2} > R_2$$

Apabila nilai $\left(\frac{C_{ix}}{L_{ij}}\right) > 1$, maka menggunakan persamaan $\left(\frac{C_{ix}}{L_{ij}}\right)$ baru, yaitu:

$$\left(\frac{C_{ix}}{L_{ij}}\right) \text{ baru} = 1.0 + 5 \log \left(\frac{C_{ix}}{L_{ij}}\right)$$

Lij	: konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku mutu peruntukan air (j).	(Ci/Lij)M	: Nilai maksimal dari hasil pembagian nilai konsentrasi dengan baku mutu
Ci	: konsentrasi parameter kualitas air hasil survei		
Pij	: Indeks pencemaran bagi peruntukan (j)		
(Ci/Lij)R	: Nilai rata-rata dari jumlah konsentrasi		
		Hasil IP	mengklasifikasikan kualitas air dalam kategori seperti baik, sedang, atau tercemar berat berdasarkan nilai IP. Klasifikasi kriteria kelas dengan metode IP.

Tabel 1. Kriteria kelas IP

Nilai IP	Keterangan Kondisi
$0 \leq P_{ij} \leq 1,0$	Memenuhi baku mutu (kondisi baik)
$1,0 \leq P_{ij} \leq 5,0$	Tercemar ringan
$5,0 \leq P_{ij} \leq 10$	Tercemar sedang
$P_{ij} \leq 10$	Tercemar berat

(Kepmen LH No.115, Tahun 2003)

Penentuan status mutu air dengan metode Storet dapat dilakukan dengan beberapa tahapan antara lain: a) Mengumpulkan data kualitas air (minimal dua seri data) sehingga terbentuk data dari waktu ke waktu (time series data); b) Membandingkan data hasil pengukuran dari masing-masing parameter air dengan nilai baku mutu yang sesuai dengan kelas air; c) Jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran <

baku mutu) maka diberi skor 0; d) Jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air yang ditunjukkan dengan nilai hasil pengukuran > nilai baku mutu, maka diberi skor angka sesuai hasil. Jumlah 179 sistem dari seluruh parameter dihitung dan ditentukan status mutunya dari jumlah skor yang didapat dengan menggunakan system nilai yang diklasifikasikan menjadi empat kelas.

Tabel 2. Klasifikasi kelas berdasarkan metode Storet

Skor Total	Kelas	Nilai Kualitas	Kondisi atau Tingkat Pencemaran
0	A	4	Tidak tercemar, memenuhi standar kualitas
-1 s/d -10	B	3	Tercemar ringan
-11 s/d -30	C	2	Tercemar sedang
> -30	D	1	Tercemar Berat

(Kepmen LH Nomor 115, Tahun 2003).

3. Hasil dan Pembahasan

Kualitas Air

Hasil kualitas perairan Pangeranan, Bangkalan dengan metode Indeks Pencemaran (IP) untuk menentukan tingkat pencemaran air secara relatif, berdasarkan parameter kualitas air. Hal

ini dilakukan dengan membandingkan nilai maksimum dan rata-rata dari masing-masing parameter terhadap nilai baku mutu yang ditetapkan. Hasil skoring dari indeks pencemaran pada estuari Pangeranan, Kecamatan Bangkalan, Kabupaten Bangkalan, Jawa Timur disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil skoring indeks pencemaran

Surut Terendah			Pasang Perbani			Pasang Tertinggi		
Stasiun	Nilai	Keterangan	Stasiun	Nilai	Keterangan	Stasiun	Nilai	Keterangan
ST 1	10,1	Tercemar berat	ST 1	10,5	Tercemar berat	ST 1	10,1	Tercemar berat
ST 2	10,0	Tercemar sedang	ST 2	11,0	Tercemar berat	ST 2	10,1	Tercemar berat
ST 3	9,6	Tercemar sedang	ST 3	10,8	Tercemar berat	ST 3	10,0	Tercemar sedang
ST 4	10,1	Tercemar berat	ST 4	10,9	Tercemar berat	ST 4	10,0	Tercemar berat
ST 5	9,8	Tercemar sedang	ST 5	11,1	Tercemar berat	ST 5	10,2	Tercemar berat

Berdasarkan hasil perhitungan Indeks Pencemaran (IP) yang tertera pada Tabel 1 bahwa semua stasiun pengamatan berada dalam kondisi tercemar dengan tingkat pencemaran berat dan sedang. Hasil perhitungan paling tinggi pada saat surut terendah, stasiun 1 dan 4 dengan nilai 10,1 dan

terendah di stasiun 3 dengan nilai 9,6. Pasang perbani nilai tertinggi di stasiun 5 dengan nilai 11,1 dan terendah di stasiun 1 dengan nilai 10,5 sedangkan pada saat pasang tertinggi nilai di stasiun 5 dengan nilai 10,2 dan terendah di stasiun 3 dan 4 dengan nilai 10,0. Hasil perhitungan Indeks Pencemaran (IP), terlihat bahwa

kualitas air di estuari Pangeranan, Bangkalan mengalami fluktuasi, dari stasiun 1 ke stasiun 5. Tingkat pencemaran yang sedang atau ringan saat pasang maupun surut dipengaruhi oleh berbagai parameter yang menentukan kualitas perairan, yang sering kali berada di bawah atau bahkan melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan. Wulandari *et al.* (2020) berpendapat, penurunan nilai IP kemungkinan disebabkan oleh pencampuran beban polutan dengan air laut, sehingga konsentrasi polutan menjadi lebih rendah.

Penelitian Yusnita and Triajie (2021) dengan hasil analisis pada bagian hulu, tengah, dan hilir sungai menunjukkan bahwa status mutu air mengalami pencemaran ringan. Pada stasiun 1, terjadi peningkatan kualitas air dibandingkan dengan minggu pertama, yang sebelumnya tergolong tercemar sedang, kini menjadi tercemar ringan dengan skor 4. 906. Sebaliknya, Stasiun 2 mengalami penurunan kualitas air dari yang sebelumnya tercemar ringan, kini berstatus tercemar sedang dengan skor 5. 419. Lokasi pengambilan sampel ditemukan adanya sumber pencemar yang berasal dari limbah tambak dan limbah rumah tangga. Selain itu, pada minggu ini, sejumlah nelayan juga terlihat mencuci kapal serta peralatan lainnya di sekitar lokasi pengambilan sampel. Hasil ini tidak jauh berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan karena berada

dilokasi yang tidak jauh dari lokasi peneliti, sehingga memiliki beberapa persamaan dari faktor yang mempengaruhi.

Parameter pengukuran kualitas air juga berpengaruh terhadap hasil dari perhitungan. Hal ini didukung oleh pernyataan Saraswati *et al.* (2014) bahwa semakin banyak parameter uji yang melebihi baku mutu maka akan semakin buruk kualitas perairan. Saraswati *et al.* (2014) juga menambahkan, dalam metode Indeks Pencemaran, tidak terdapat skema penilaian subindeks atau skor definitif yang bersifat subyektif untuk setiap parameter. Indeks Pencemaran (PI) dihitung dengan memperhatikan rasio konsentrasi suatu parameter terhadap baku mutunya (Ci/Lij).

Storet

Hasil kualitas perairan Pangeranan, Bangkalan dengan metode Storet adalah metode yang sering digunakan untuk menilai status kualitas air atau tingkat pencemaran perairan. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan apakah parameter yang diuji telah memenuhi atau bahkan melebihi standar kualitas air yang ditetapkan sesuai dengan tujuan penggunaannya. Hasil klasifikasi status mutu perairan berdasarkan nilai skor metode Storet pada estuari Pangeranan, Kecamatan Bangkalan, Kabupaten Bangkalan, Jawa Timur disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil skoring Storet

Fisika					Kimia				
Stasiun	Nilai	Kelas	Nilai kualitas	Keterangan	Stasiun	Nilai	Kelas	Nilai kualitas	Keterangan
ST 1	-10	C	2	Tercemar Sedang	ST 1	-70	D	1	Tercemar berat
ST 2	-8	B	3	Tercemar Ringan	ST 2	-68	D	1	Tercemar berat
ST 3	-4	B	3	Tercemar Ringan	ST 3	-64	D	1	Tercemar berat
ST 4	-4	B	3	Tercemar Ringan	ST 4	-62	D	1	Tercemar berat
ST 5	-4	B	3	Tercemar Ringan	ST 5	-61	D	1	Tercemar berat

Hasil perhitungan status mutu air menggunakan metode Storet menunjukkan bahwa secara umum kualitas air di Pangeranan, Bangkalan terpengaruh oleh pencemaran. Pencemaran yang terjadi di sungai ini dapat dilihat dari beberapa parameter. Parameter fisik menunjukkan hasil dengan nilai tertinggi pada stasiun 1 dengan total skor -10 dan terendah pada stasiun 3, 4 dan 5 dengan total skor -4. Sehingga didapatkan status pada stasiun 1 termasuk tercemar sedang kelas C dengan nilai kualitas 2, sedangkan pada stasiun 2 sampai 5 tercemar ringan kelas B dengan nilai kualitas 3. Parameter kimia menunjukkan hasil dengan nilai tertinggi pada stasiun 1 dengan total skor -70 dan terendah pada stasiun 5 dengan total skor -61, sehingga didapat status tercemar berat dengan kelas D dan nilai kualitas 1.

Lokasi pengambilan pengukuran ini memengaruhi hasil skor, pada stasiun 1 dan 2 berada di dekat dengan aktivitas masyarakat sekitar seperti pasar serta ditemukan beberapa selokan dari pemukiman yang dibuang ke perairan. Pada lokasi tersebut juga terdapat kegiatan perbaikan kapal oleh nelayan seperti pengecatan kapal, perbaikan mesin, dan perbaikan jaring nelayan. Berbeda dengan stasiun 3, 4, dan 5 yang di sekitarnya tidak terlalu banyak aktivitas masyarakat hanya saja kapal nelayan yang berlalu lalang menuju ke laut. Pada stasiun 4 dan 5 juga di sekitarnya terdapat hutan mangrove yang membantu vegetasi perairan. Menurut Wulandari *et al.* (2020), keberadaan mangrove di sekitar muara membantu dalam memfilter bahan pencemar, serta belum adanya aktivitas manusia, industri dan pelabuhan. Safrie and Abdi (2022) juga berpendapat, tinggi rendahnya skor mutu air dipengaruhi oleh berbagai aktivitas, seperti permukiman, perikanan, industri, dan erosi.

Penelitian Masykur *et al.* (2018) membuktikan bahwa kualitas air di dua sungai yang mengalir di Kecamatan Tembilahan Hulu, yaitu Sungai Parit 11 dan Parit 13 tidak memenuhi ketentuan baku. Namun, beberapa parameter

seperti suhu, pH, dan nitrat masih memenuhi standar baku mutu air dan sesuai dengan peruntukannya. Jenmau *et al.* (2022) berpendapat, tinggi rendahnya skor mutu air dipengaruhi oleh berbagai kegiatan yang dilakukan oleh masyarakat di hulu maupun hilir sungai yang bermuara pada perairan. Salah satu keuntungan dari metode Storet adalah mampu menghasilkan kesimpulan mengenai kondisi kualitas air dalam rentang waktu tertentu, sehingga lebih mudah dipahami.

4. Kesimpulan

Estuari Pangeranan, Bangkalan termasuk tercemar dengan beberapa pengelompokan berdasarkan Indeks Pencemaran (IP) dan Storet. Hasil perhitungan nilai dari Indeks Pencemaran (IP) pada saat surut terendah didapatkan nilai rata-rata 9,9 yang termasuk dalam status tercemar sedang. Pada kondisi ini, air sungai yang membawa polutan dari daratan lebih dominan karena aliran balik air laut minimal. Pada saat pasang perbani diperoleh nilai rata-rata 10,9 dengan status tercemar berat, arus pasang surut yang kuat dapat mencampur dan membawa polutan dari sedimen dasar atau dari area hilir ke seluruh area estuari, meningkatkan konsentrasi polutan. Sedangkan pada saat pasang tertinggi diperoleh rata-rata nilai 10,1 dengan status tercemar berat, meskipun air laut masuk dalam volume besar, polutan dari daratan dan limbah yang terakumulasi di tepi sungai tetap terdispersi di seluruh perairan. Hasil dari Storet didapatkan rata-rata skor dari parameter fisika pada stasiun 1 sampai 5 yaitu -6 yang termasuk dalam kategori tercemar ringan, karena karakteristik fisik air lebih cepat beradaptasi dengan kondisi lingkungan. Berbeda dengan hasil dari parameter kimia yang mendapat skor rata-rata -65 yang termasuk ke dalam tercemar berat. Nilai ini menunjukkan adanya akumulasi senyawa kimia dari limbah yang sulit terurai dan terus-menerus mencemari perairan. Hasil yang diperoleh dipengaruhi oleh pasang surut air dan aktivitas di sekitar perairan serta perbedaan waktu pada saat pengambilan.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi berharga dalam penelitian ini.

Kontribusi Penulis

Semua penulis telah berkontribusi pada naskah akhir. Kontribusi seluruh penulis: Annisa Arrayanul Jannah dan Mertiara Ratih Terry Laksani: konseptualisasi, metodologi, analisis format, penyusunan *draft* asli, penulisan *review* dan *editing*. Muhammad Zainuri dan Akhmad Farid: menulis *review* dan mengedit. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi naskah yang diterbitkan.

Konflik Kepentingan

Penulis tidak memiliki konflik kepentingan terkait penelitian ini.

Pendanaan

Penelitian ini menggunakan dana mandiri.

Daftar Pustaka

- Hayati, N., Baharuddin, B., & Dewi, I. P. (2024). Analisis sebaran tingkat pencemaran berdasarkan metode indeks pencemaran di muara Sungai Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah. *Marine Coastal and Small Islands Journal-Jurnal Ilmu Kelautan*, 1(2):1-11. <https://doi.org/10.20527/m.v1i2.11677>
- Irawan, S. K. J., & Haribowo, R. (2025). Evaluasi kualitas air berdasarkan variasi tata guna lahan Sungai Coban Hulu Kabupaten Pasuruan. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 5(1):639-646. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2025.005.01.060>
- Jenmau, I. S., Manalu, J., Waluko, A. F., & Inggamer, M. M. (2022). Strategi kebijakan dampak sedimen di Muara Kali Jembatan Dua, Danau Sentani, Jayapura. *SAINS Jurnal MIPA dan Pengajarannya*, 1(1):1-11.
- Jubaedah, D., Hariyadi, S., Muchsin I., & Kamal, M. M. (2015). Water quality index of floodplain River Lubuk Lampam South Sumatera Indonesia. *International Journal of Environmental Science and Development*, 6(4):252-258.
- KemenLHK. (2016). Atlas status mutu air Indonesia tahun 2016. <https://ppkl.menlhk.go.id/website/filebox/248/180205141349>
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman penentuan status mutu air. Jakarta: Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2003. <https://luk.staff.ugm.ac.id/atur/sda/KepmenLH115-2003StatusMutuAir.pdf>
- Manaf, M., Suhaemi, S., & Handayani, T. (2022). Evaluasi kualitas air sungai pada lokasi pembangunan jembatan dan preservasi jalan trans Papua Mameh-Bintuni Provinsi Papua Barat. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*. 6(4):295-304
- Marganingrum, D., Roosmini, D., Pradono, P., & Sabar, A. (2013). Diferensiasi sumber pencemar sungai menggunakan pendekatan metode indeks pencemaran (IP) (Studi kasus: Hulu DAS Citarum). *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*. 23(1):41. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2013.v23.68>
- Masykur, H. Z., Amin, B., & Siregar, S. H. (2018). Analisis status mutu air sungai berdasarkan metode Storet sebagai pengendalian kualitas lingkungan (Studi kasus: Dua aliran sungai di Kecamatan Tembilahan Hulu, Kabupaten Indragiri Hilir, Riau). *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 5(2):84-96.
- Mukamto. Euis N. H., & Susilowati. (2024). Kajian kualitas air laut dan sebaran indeks pencemaran di Pesisir Utara Kecamatan Palang-

- Tuban pada musim kemarau. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan*, 6(1):59-72
- Prasetyo, A., & Pratiwi, D. (2021). Studi hidro oseanografi Pantai Sebalang Kecamatan Katibung Kabupaten Lampung Selatan. *Journal of Infrastructural in Civil Engineering (JICE)*, 2(2):57-64. <https://doi.org/10.33365/jice.v2i02.1306>
- Purnamasari, D. E. (2017). Penentuan status mutu air Kali Wonokromo dengan metode Storet dan indeks pencemar. (Skripsi). Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Safrie, M., & Abdi, C. (2022). Penentuan status mutu air Sungai Martapura di Kota Banjarmasin menggunakan metode Storet. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(2):44-49. <https://doi.org/10.20527/jukung.v8i2.14909>
- Salmin, O.T. (2007). Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Oseana*, 30(3):21-26.
- Saraswati, S. P., Sunyoto, Kironoto, B. A., & Hadisusanto, S. (2014). Kajian bentuk dan sensitivitas rumus Indeks PI, Storet, CCME untuk penentuan status mutu perairan sungai tropis di Indonesia. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(2):129-142. <https://journal.ugm.ac.id/JML/article/view/18536/11829>
- Tias, Z. M. N., & Farid, A. (2020). Analisis tingkat pencemaran lingkungan perairan berdasarkan parameter kualitas air di ekosistem mangrove Socah dan Ujung Piring Bangkalan. *Juvenil*, 1(4):508-519. <http://doi.org/10.21107/juvenil.v1i4.8948>
- Udatama, S. N. A., & Muhammad, Z. (2023). Analisis kandungan minyak di perairan muara Sungai Pangeranan Kabupaten Bangkalan Jawa Timur. (Skripsi). Universitas Trunojoyo Madura
- van Niekerk, L., Adams, J. B., James, N. C., Lamberth, S. J., MacKay, C. F., Turpie, J. K., Rajkaran, A., Weerts, S. P., & Whitfield, A. K. (2020). An estuari ecosystem classification that encompasses biogeography and a high diversity of types in support of protection and management. *African Journal of Aquatic Science*, 45(1–2):199-216. <https://doi.org/10.2989/16085914.2019.1685934>
- Wulandari, M., Harfadli, M. M., & Rahmania, R. (2020). Penentuan kondisi kualitas perairan muara Sungai Sember, Balikpapan, Kalimantan Timur dengan metode indeks pencemaran (pollution index). *SPECTA Journal of Technology*, 4(2):23-34. <https://doi.org/10.35718/specta.v4i2.186>
- Yusnita, E. A., & Triajie, H. (2021). Penentuan status mutu air di perairan estuari Kecamatan Socah Kabupaten Bangkalan menggunakan metode Storet dan metode indeks pencemaran. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 2(2):157-165. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v2i2.10777>